



hasil penelitian

PERKOLASI DAN REMBESAN DI LAHAN SAWAH BERIRIGASI

Oleh :

Muhjidin Mawardi) dan Salman Asykari**)*

Pendahuluan

Usaha-usaha peningkatan efisiensi irigasi terus dilakukan di Indonesia. Namun demikian nampaknya sampai saat ini masih belum diperoleh suatu cara yang memuaskan, khususnya tentang efisiensi pemakaian air di tingkat lahan. Hal ini antara lain karena data atau informasi tentang harga kebutuhan irigasi pada tahap pengolahan tanah, masih belum memadai.

Secara kuantitatif, harga kebutuhan air irigasi untuk pengolahan tanah merupakan komponen kebutuhan air irigasi yang terbesar dibandingkan dengan komponen harga kebutuhan air irigasi lainnya. Selain itu harga kebutuhan air irigasi ini harus dapat disediakan dalam tempo yang pendek, agar

musim tanam padi yang bersangkutan tidak terlambat. Lebih dari itu khusus untuk musim tanam padi penghujan, kegiatan pengolahan tanahnya justru dilakukan pada saat curah hujan yang jatuh masih relatif kecil. Dengan kata lain air irigasi yang tersedia di saluranpun juga relatif kecil.

Harga kebutuhan air irigasi untuk pengolahan tanah cukup besar, karena dalam tahap pengolahan tanah untuk tanaman padi diperlukan sejumlah air untuk menjenuhkan tanah dan menggenangi lahan untuk mempermudah proses pelumpuran. Di samping itu penggenangan diperlukan agar rumput dan gulma lainnya bisa terhambat pertumbuhannya. Komponen harga kebutuhan air irigasi untuk pengolahan tanah yang lain ialah sejumlah air yang hilang melalui perkolasi dan rembesan ke samping. Sampai saat ini data tentang kedua komponen harga kebutuhan air un-

*) Staf Pengajar FTP UGM,

**) Alumnus FTP UGM 1986.

tuk pengolahan tanah ini, masih ditentukan berdasarkan perkiraan. Atas dasar inilah maka penelitian tentang besarnya harga perkolasi dan rembesan di beberapa jenis tanah dipandang sangat penting untuk dilakukan.

Kebutuhan Air Untuk Pengolahan Tanah

Kebutuhan air untuk pengolahan tanah yang akan ditanami dengan padi sawah, dapat diperhitungkan memakai rumus berikut :

$$W_r = \sum_{i=1}^t (D_p + E_v + L_s) i + W_s + W_c \dots \dots (1)$$

dimana W_r = kebutuhan air untuk pengolahan tanah, mm

D_p = laju perkolasi, yang dipengaruhi oleh kondisi lahan (jenis tanah, topografi dan watak profil tanah), mm/ha.

E_v = laju evaporasi, yang dipengaruhi oleh keadaan cuaca dan lingkungan alam, mm/hari

L_s = laju kehilangan air karena rembesan, mm/hari

W_s = kebutuhan air untuk penjemuran, yang tergantung dari watak fisik tanah dan kadar air mula-mula, mm

W_c = kebutuhan air untuk penggenangan (tebal genangan air), mm

i = waktu yang diperlukan untuk pengolahan tanah, hari.

Dari rumus (1) di atas terlihat bahwa harga laju perkolasi, evaporasi dan kehilangan air melalui proses bocoran dan rembesan, merupakan fungsi waktu ("time dependent"). Dalam hal ini lama masa pengolahan tanah dipengaruhi oleh cara pengolahan, sifat fisik tanah dan tersedianya air. Oleh karena itu maka antara pengolahan tanah dan watak fisik tanahnya saling berkaitan satu dengan lainnya.

Perkolasi

Proses infiltrasi dan perkolasi merupakan proses yang saling berkaitan. Infiltrasi adalah proses masuknya air ke dalam profil tanah, baik ke arah vertikal maupun horizontal. Jika irigasi atau hujan terus berlanjut dan tanah telah menjadi jenuh maka terjadilah perkolasi. Dalam keadaan ini maka gaya yang paling berperan adalah gaya grafitasi dan tekanan hidrostatika (Anonim, 1980). Di lapangan kedua proses ini sebenarnya sulit untuk dipisahkan satu dengan lainnya.

De Datta (1981) selanjutnya menyebutkan bahwa laju perkolasi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain; tekstur, struktur tanah, kepadatan tebal lapisan tanah, jeluk air tanah dan tebal curah hujan atau

irigasi. Faktor-faktor tersebut di atas secara kualitatif maupun kuantitatif akan mempengaruhi laju perkolasi yang terjadi di suatu tempat. Di samping itu pengolahan tanah sawah akan secara langsung merubah beberapa sifat fisik tanah, sehingga secara langsung akan mempengaruhi pula laju perkolasinya.

Rembesan

Rembesan merupakan gerakan air ke arah lateral melalui pipa-pipa kapiler atau lubang-lubang lain di dalam tanah, dalam keadaan jenuh. Untuk bisa mempelajari proses gerakan air di dalam tanah, diperlukan asumsi bahwa ruang pori-pori tanah yang saling berhubungan merupakan susunan pipa-pipa kapiler. Dengan asumsi ini maka debit air Q , yang mengalir melalui pipa kapiler yang berjari-jari R , sejauh L per satuan waktu dapat dinyatakan dalam hubungan sebagai berikut :

$$Q = \pi/2 R^2 V_{max} = \pi R^4/8 P/\eta L \dots \dots (2)$$

dimana Q = debit air yang mengalir melalui pipa kapiler.

R = jari-jari pipa kapiler.

ΔP = perbedaan tekanan antara 2 titik sejauh L .

η = viskositas kinematik.

Rumus (2) di atas dikenal sebagai hukum Poiseuille, dan menunjukkan

bahwa debit air yang mengalir melalui pipa kapiler, sebanding dengan penurunan tekanan persatuan jarak ($\Delta P/L$), dan pangkat empat dari jari kapilernya.

Analisis aliran air di dalam tanah menggunakan hukum Poiseuille di atas ternyata tidak selamanya berlaku. Hal ini didasarkan atas kenyataan bahwa pori-pori tanah mempunyai ukuran dan bentuk yang tidak seragam, serta kadang-kadang tertutup oleh butiran tanah. Tinjauan aliran air di dalam tanah yang lebih bersifat makroskopis dapat digunakan rumus Darcy.

Darcy menyatakan bahwa jika suatu tanah dipandang sebagai suatu media porous yang secara makroskopis seragam dan dalam keadaan jenuh, maka debit air Q , yang mengalir melalui media tersebut merupakan volume air V , yang mengalir per satuan waktu. Debit air ini akan sebanding dengan penampang pipa dan gradient hidroliknya. Secara matematis dapat dinyatakan bahwa :

$$Q = V/t = \sigma A \Delta H/L \dots \dots (3)$$

$$Q/A = q = \sigma V/A.t = \Delta H/L \dots \dots (4)$$

dimana Q = debit air yang mengalir melalui media porous C^3/T

$\Delta H/L$ = gradient hidrolik, tak berdimensi

A = penampang aliran, L^2

t = waktu T

q = flux, yang merupakan debit spesifik (L^2/T)

Jika K merupakan faktor kesebandingan di dalam persamaan (4) maka rumus Darcy (4) akan menjadi :

$$q = K \Delta H / L \dots \dots \dots (5)$$

Dalam keadaan aliran tidak "steady" ($dq/dt \neq 0$) atau tanah tidak seragam, maka head hidroliknya (ΔH) tidak turun secara linier sepanjang arah aliran. Dalam keadaan demikian atau dalam keadaan konduktifitas hidroliknya berubah-ubah, maka harus dipertimbangkan harga-harga gradient, flux dan konduktifitas setempat dan tidak sebagai harga-harga yang serba sama di dalam sistem air-tanah yang bersangkutan. Oleh karena itu akan menjadi lebih tepat jika persamaan Darcy tersebut dinyatakan dalam bentuk persamaan diferensial.

Dalam suatu sistem air — tanah satu dimensi, persamaan (5) menjadi :

$$q = -K dH/dX \dots \dots \dots (6)$$

dimana K = konduktifitas hidrolik tanah
 dh/dX = gradient hidrolik antara dua titik.

Bahan dan Metoda

Penelitian dilakukan di laboratorium dan di lapangan. Di laboratorium meliputi kegiatan analisis tekstur tanah dan kandungan airnya. Sedangkan percobaan laboratorium meliputi kegiatan pengukuran kandungan air, pen-sifatan watak tanah, pembuatan peta

topografi lokasi penelitian, pengukuran perkolasi, dan konduktifitas hidroliknya.

Pada percobaan di lapangan, dipilih petak-petak sawah beririgasi yang berada dalam kedudukan lebih tinggi ke arah petak yang lebih rendah. Masing-masing diwakili oleh tanah yang bertekstur berat, sedang dan ringan. Percobaan dilakukan pada dua masa pengolahan tanah yakni pengolahan tanah pada awal musim penghujan (padi rendengan) dan pengolahan tanah pada akhir musim penghujan (padi gadu).

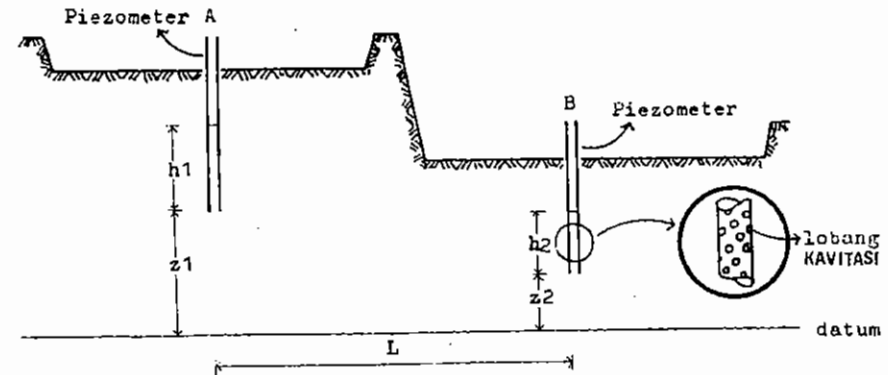
Pengukuran gradient hidrolik dilakukan dengan memasang 2 buah piezometer pada dua petakan sawah yang berbeda elevasinya seperti terlihat pada Gambar 1 berikut.

Gradient hidrolik dari tanah yang bersangkutan dapat ditentukan dari persamaan berikut :

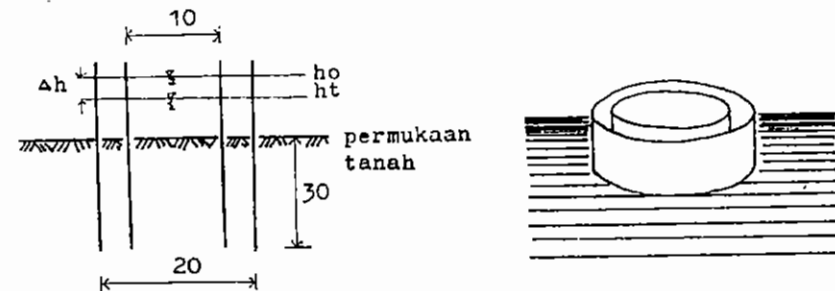
$$i = \Delta H / L = [(h_1 + Z_1) - (h_2 + Z_2)] / L \dots (6)$$

dimana i = gradient hidrolik antar dua titik A dan B
 $h_1 + Z_1$ = hidrolik head,
 L = jarak

Harga perkolasi di lapangan diukur dengan infiltrometer cincin ganda (double ring infiltrometer) yang dipasang di masing-masing plot percobaan sebagai terlihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Pemasangan piezometer untuk mengukur gradient hidrolik.



Gambar 2. Pemasangan infiltrometer cincin ganda.

Pengamatan dilakukan tiap hari, dengan mengukur perubahan tinggi muka air di dalam tabung bagian dalam. Selanjutnya dengan asumsi bahwa tanah yang bersangkutan mempunyai sifat fisik yang homogen dan isotropis, maka laju perkolasi di tanah tersebut akan ditentukan oleh elevasinya terhadap muka air tanah. Karena permukaan air tanah selalu berubah karena waktu serta penambahan dari air hujan atau air irigasi, maka laju perkolasi diduga berubah pula karena waktu. Perubahan ini

diduga akan mengikuti persamaan eksponensial.

$$P = at^b \dots \dots \dots (7)$$

dimana : P = laju perkolasi, mm/hari
 a, b = konstanta yang dipengaruhi oleh permeabilitas dan keluk air tanah.
 t = waktu, hari.

Hasil Penelitian dan Pembahasan

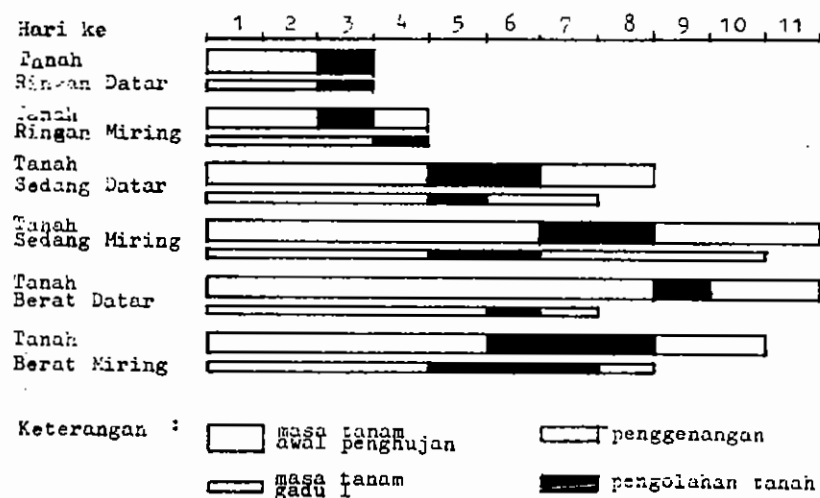
1. Masa pengolahan tanah.

Pengolahan tanah merupakan perlakuan mekanis terhadap tanah agar kondisi tanah yang bersangkutan sesuai untuk pertumbuhan tanaman. Untuk tanaman padi sawah, kondisi yang dimaksud adalah kondisi melumpur. Untuk bisa mencapai kondisi ini sebelum pengolahan biasanya tanah yang bersangkutan digenangi air terlebih dahulu beberapa hari dan dilakukan pengolahan tanah. Penggenangan dimaksudkan untuk mempermudah proses pelumpuran. Lama waktu penggenangan dan juga jumlah air yang diperlukan ini sangat berkaitan erat dengan jenis tanah dan kandungan air awal dari tanah yang bersangkutan. Dengan demikian maka untuk jenis tanah yang sama, masa

pengolahan tanahnya bisa berbeda antara musim tanam rendengan dan musim tanam padi gadu.

Hasil-hasil pengamatan lapang masa pengolahan tanah untuk tiga jenis tanah pada musim tanam penghujan dan kemarau seperti terlihat di Gambar 3.

Dari Gambar 3 terlihat bahwa waktu yang diperlukan untuk penggenangan dan pengolahan tanah ternyata berbeda untuk masing-masing jenis tanah, demikian juga untuk masa tanam yang berbeda. Hal ini sesuai dengan apa yang telah dikemukakan di atas. Untuk tanah-tanah ringan yang kandungan lempungnya sedikit, ternyata memerlukan masa penggenangan yang relatif lebih cepat yakni berkisar 2 — 3 hari. Sedangkan untuk tanah-tanah sedang dan berat diperlukan waktu 4 — 8 hari. Waktu peng-



Gambar 3. Masa pengolahan tanah, musim tanam awal penghujan dan gadu 1.

genangan yang lebih lama untuk tanah yang bertekstur halus disebabkan oleh sifat fisik tanah yang bersangkutan. Sebagaimana diketahui bahwa pertikel lempung mempunyai sifat mengembang jika terbasahi. Dengan mengembangnya partikel-partikel lempung ini maka akan mempersempit ruang pori, sehingga memperlambat proses pengisian air di bagian-bagian yang belum terbasahi.

2. Perkolasi

Hasil pengamatan laju perkolasi untuk ketiga jenis tanah dan kemiringan yang dinyatakan sebagai fungsi waktu, tersaji di Daftar 1, Gambar 4, dan Gambar 5.

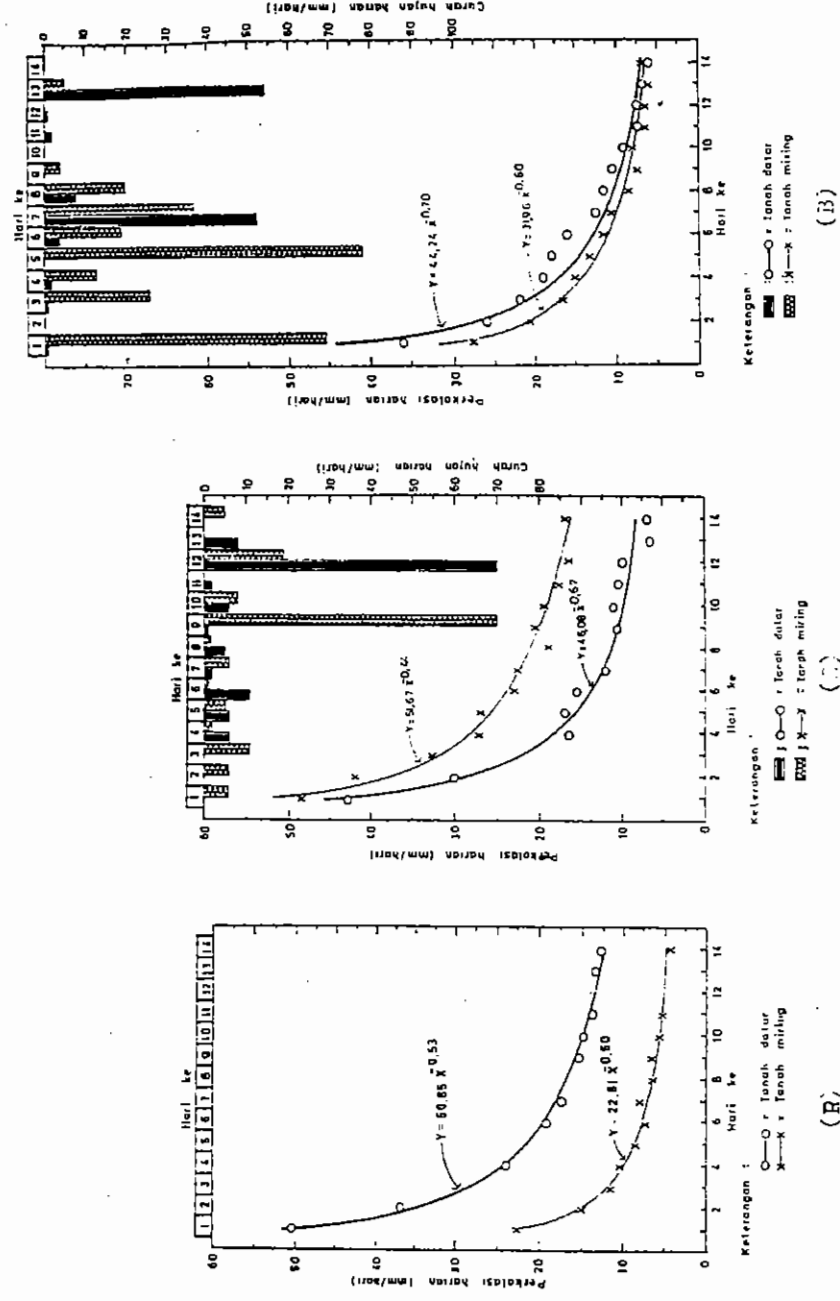
Dari hasil percobaan lapangan seperti tercantum dalam Daftar 1, dan Gambar 4 dan 5 tersebut dapat diketahui beberapa hal yang berhubungan dengan laju perkolasi di

Daftar 1. : Karakteristik laju perkolasi (mm/hari) dari 3 jenis tanah pada topografi datar dan miring.

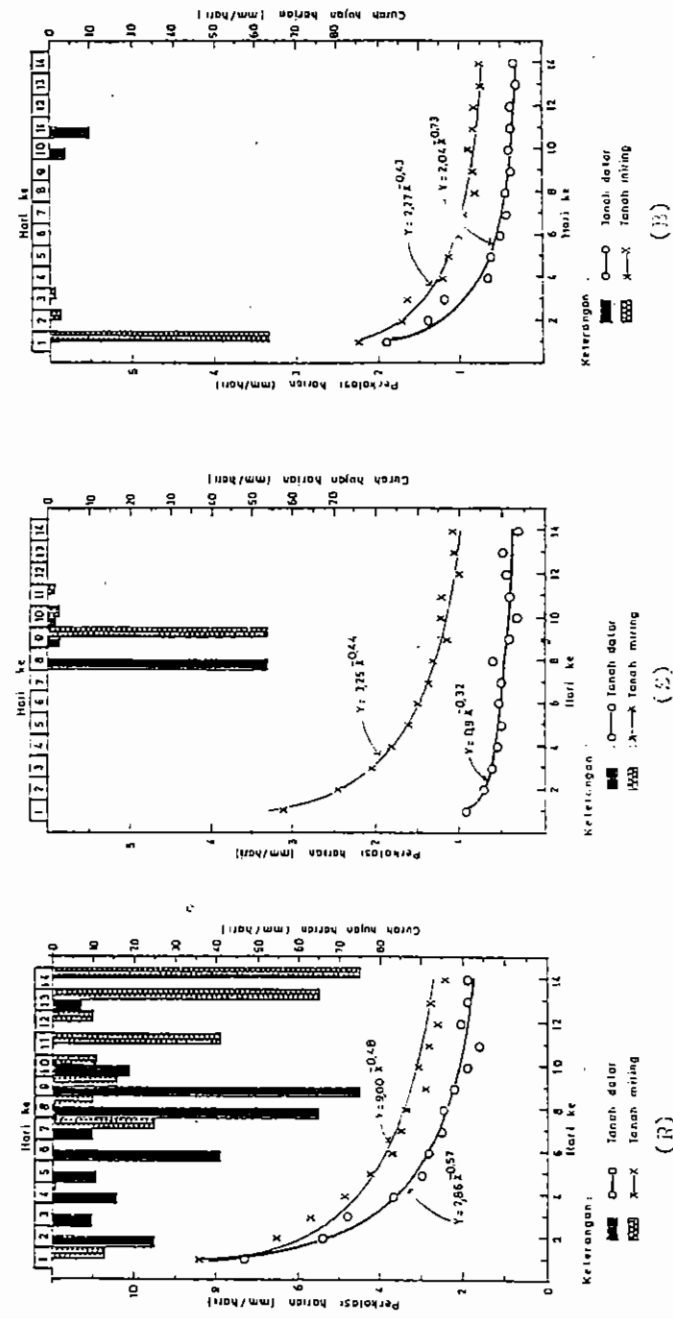
Jenis tanah dan topografi	Laju perkolasi (mm/hari): $p = a \cdot t^{-b}$								
	a	b	r	Pmaks	Ps	Pmaks Ps	Ts	tc	t
Musim tanam I									
R.I	50.850	0,5310	0,9978	50,5	12,8	3,95	14	38,82	1,90
R.II	22,611	0,5976	0,9943	22,5	4,9	4,60	13	29,49	1,81
S.I	46,078	0,6699	0,9796	43,5	8,3	5,22	13	15,42	1,81
S.II	51,670	0,4376	0,9875	48,5	16,0	3,02	15	19,81	1,81
B.I	44,236	0,6948	0,9660	36,2	7,2	5,06	14	12,39	1,80
B.II	31,961	0,6015	0,9805	27,5	6,5	4,24	14	17,28	1,78
Musim tanam II									
R.I	7,8572	0,5735	0,9799	7,3	1,75	4,17	14	17,02	1,78
R.II	8,9959	0,4823	0,0018	8,4	2,49	3,37	14	26,88	1,78
S.I	0,9002	0,3185	0,8713	0,9	0,39	2,31	14	6,15	1,78
S.II	3,2455	0,4429	0,9924	3,1	1,0	3,10	15	27,94	1,78
B.I	2,0356	0,7269	0,9753	1,9	0,33	5,85	13	15,30	1,78
B.II	2,2734	0,4322	0,9809	2,2	0,72	3,05	14	17,47	1,78

Keterangan *) Persamaan estimasi laju perkolasi

- $P = a \cdot t^{-b}$, a, b = konstanta; t = waktu, hari.
 Pmax = perkolasi maksimum
 Ps = laju perkolasi stabil (estimasi)
 Ts = saat perkolasi stabil (estimasi)
 t = analisis statistik dengan $\alpha = 5\%$
 R = tanah ringan
 S = tanah sedang
 B = tanah berat
 I = topografi datar
 II = topografi miring.



Gambar 4. Perkolasi harian di tanah ringan (R), sedang (S) dan berat (B) masing-masing di lahan datar dan miring, pada masa tanam awal musim penghujan



Gambar 5. Perkolasi harian di tanah ringan (R), sedang (S) dan berat (B) masing-masing pada lahan datar dan miring, pada masa tanam Gadu I.

lahan beririgasi pada tahap pengolahan tanah. Secara umum dapat dikatakan bahwa laju perkolasi ini ternyata mengikuti pola yang tidak linear tetapi mengikuti pola persamaan regresi berpangkat. Hal ini terlihat jelas sekali pada Gambar 4 sampai dengan 5. Disamping itu suatu hal yang cukup jelas ditunjukkan dari hasil percobaan ini, ternyata bahwa laju perkolasi pada masa pengolahan tanah di awal musim penghujan, cukup besar, dengan laju perkolasi rata-rata di atas 10 mm/hari. Laju perkolasi yang cukup besar ini ternyata berlaku untuk semua jenis tanah dan kemiringan tanah. Dari hasil percobaan ini membuktikan bahwa perkiraan harga perkolasi harian pada masa pengolahan tanah yakni sebesar 4 — 6 mm/hari yang selama ini masih digunakan oleh para perencana irigasi, berada jauh dibawah harga perkolasi yang sebenarnya di lapangan.

Hal lain yang dapat dilihat dari percobaan ini, ternyata curah hujan yang jatuh pada masa pengolahan tanah tidak berpengaruh secara langsung terhadap laju perkolasi harian. Hal ini terbukti dari hasil percobaan seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4 (S) s/d Gambar 5 (B). Hal ini disebabkan karena pada waktu pengolahan tanah, tanah di lapisan olah sudah berada dalam keadaan jenuh. Pengaruh hujan ini sebenarnya akan terjadi dalam jangka waktu yang lama, yaitu apabila curah hujan ini telah mempengaruhi permukaan air tanah. Dengan naiknya permukaan air tanah maka laju

perkolasinya akan mengalami penurunan karena terjadinya perubahan hidrolik head pada gerakan air yang bersangkutan.

Di samping hal-hal seperti yang telah dibahas di muka, hasil percobaan menunjukkan pula bahwa topografi lahan ternyata juga berpengaruh secara nyata terhadap perkolasi. Pengaruh topografi ini ternyata berlaku untuk semua jenis tanah. Hal ini bisa dimengerti karena di samping konduktifitas hidrolik tanah, gerakan air di dalam tanah dalam keadaan jenuh dipengaruhi pula oleh gradient hidroliknya. Dengan asumsi bahwa gerakan air di dalam tanah jenuh tersebut mengikuti hukum Darcy, maka gradient hidrolik ini terdiri dari gradien potensial tekanan dan potensial grafitasi. Gradient potensial tekanan merupakan gradient yang menyebabkan gerakan lengas dalam suatu sistem ke arah horisontal sedangkan gradient potensial grafitasi menyebabkan terjadinya gerakan lengas ke arah vertikal. Untuk tanah yang miring, total gradient potensial lengas lebih besar daripada tanah datar, sehingga laju gerakan air-nyapun lebih besar pula.

Rembesan Ke Samping

Hasil pengamatan dan perhitungan debit rembesan ke samping disajikan pada Daftar 2 s/d 3. Hasil perhitungan yang tersaji di daftar tersebut diperoleh dari perhitungan rembesan memakai pendekatan Dupuit-Forchheimer,

Daftar 2. Perhitungan debit rembesan air ke samping di tanah sedang datar (A) dan sedang miring (B)

Nomor piezometer	H1 (m)	H2 (m)	K (m/hari)	L (m)	(m^2q /hari)	I (m)	(m^3Q /hari)
(A) Periode I							
Sebelum pengolahan tanah							
1 — 2	1,790	1,623	0,265	20	0,004	20,38	0,077
2 — 3	2,568	2,148	0,274	19	0,013	20,90	0,275
3 — 4	2,178	1,999	0,254	19,5	0,005	21,25	0,103
4 — 5	1,089	0,894	0,234	21	0,002	21,50	0,046
5 — 6	1,013	0,792	0,284	19,8	0,003	23,50	0,067
Setelah pengolahan tanah							
1 — 2	1,382	1,290	0,263	20	0,002	20,38	0,033
2 — 3	2,652	2,448	0,266	19	0,007	20,90	0,152
3 — 4	2,446	2,267	0,254	19,5	0,005	21,25	0,117
4 — 5	0,774	0,664	0,226	21	0,001	21,50	0,013
5 — 6	1,300	1,054	0,272	19,8	0,004	23,50	0,093
Periode II							
Sebelum pengolahan tanah							
1 — 2	1,453	1,356	0,229	20	0,002	20,38	0,032
2 — 3	2,712	2,498	0,265	19	0,007	20,90	0,163
3 — 4	2,497	2,308	0,234	19,5	0,005	21,25	0,116
4 — 5	0,619	0,559	0,226	21	0,001	21,50	0,008
5 — 6	1,410	1,124	0,256	19,8	0,004	23,50	0,111
Setelah pengolahan tanah							
1 — 2	1,289	1,212	0,229	20	0,001	20,38	0,022
2 — 3	2,739	2,570	0,264	19	0,006	20,90	0,130
3 — 4	2,572	2,378	0,226	19,5	0,006	21,25	0,118
4 — 5	0,956	0,846	0,224	21	0,001	21,50	0,023
5 — 6	1,380	1,119	0,252	19,8	0,004	23,50	0,098
(B) Periode I							
Sebelum pengolahan tanah							
1 — 2	1,427	1,349	0,266	15	0,002	53	0,033
2 — 3	1,611	0,961	0,309	13,1	0,020	53,5	1,055
3 — 4	1,832	1,642	0,306	12,3	0,008	55	0,451
Setelah pengolahan tanah							
1 — 2	1,613	1,533	0,238	15	0,002	53	0,106
2 — 3	1,754	1,224	0,313	13,1	0,019	53,5	1,009
3 — 4	1,031	1,721	0,267	12,3	0,013	55	0,694
Periode II							
Sebelum pengolahan tanah							
1 — 2	1,444	1,394	0,210	15	0,001	53	0,053
2 — 3	1,831	1,386	0,232	13,1	0,013	53,5	0,673
3 — 4	2,187	1,692	0,271	12,3	0,013	55	1,161
Setelah pengolahan tanah							
1 — 2	1,304	1,265	0,202	15	0,001	53	0,037
2 — 3	1,846	1,401	0,233	13,1	0,013	53,5	0,682
3 — 4	2,224	1,749	0,258	12,3	0,020	55	1,089

Keterangan : H1 = hidrolik head di piezometer 1
H2 = hidrolik head di piezometer 2
K = konduktifitas tanah
Q = debit rembesan ke samping.

Daftar 3. Perhitungan debit rembesan air ke samping di tanah berat datar (A) dan tanah berat miring (B)

Nomor piezometer	H1 (m)	H2 (m)	K (m/hari)	L (m)	$m^2 q$ (hari)	I (m)	$m^3 Q$ (hari)
(A) Periode I							
Sebelum pengolahan tanah							
1 — 2	1,784	1,694	0,140	20,3	0,001	9,75	0,011
2 — 3	1,826	1,676	0,155	20	0,002	9,63	0,020
3 — 4	1,777	1,632	0,122	20	0,002	9,50	0,014
4 — 5	1,738	1,478	0,133	20,5	0,003	8,75	0,024
5 — 6	1,420	0,995	0,153	20,4	0,004	8,75	0,034
Setelah Pengolahan tanah							
1 — 2	1,125	1,110	0,136	20,3	0,001	9,75	0,001
2 — 3	2,360	2,155	0,145	20	0,003	9,63	0,032
3 — 4	2,234	2,064	0,192	20	0,004	9,50	0,033
4 — 5	2,177	1,907	0,131	20,5	0,004	8,75	0,031
5 — 6	1,863	1,168	0,132	20,4	0,007	8,75	0,060
Periode II							
Sebelum Pengolahan tanah							
1 — 2	1,793	1,753	0,107	20,3	0,0001	9,75	0,004
2 — 3	2,391	2,191	0,141	20	0,003	9,63	0,031
3 — 4	2,244	2,109	0,149	20	0,002	9,50	0,021
4 — 5	2,255	2,020	0,136	20,5	0,003	8,75	0,029
5 — 6	1,925	1,575	0,114	20,4	0,003	8,75	0,030
Setelah Pengolahan tanah							
1 — 2	1,793	1,753	0,094	20,3	0,0001	9,75	0,003
2 — 3	2,396	2,191	0,133	20	0,003	9,63	0,030
3 — 4	2,255	2,105	0,140	20	0,002	9,50	0,022
4 — 5	2,235	2,005	0,132	20,5	0,003	8,75	0,027
5 — 6	1,909	1,564	0,115	20,4	0,003	8,75	0,030
(B) Periode I							
Sebelum Pengolahan tanah							
1 — 2	1,191	1,151	0,132	13,2	0,0001	12,1	0,006
2 — 3	2,569	1,944	0,183	15,2	0,017	12,1	0,205
3 — 4	2,261	1,488	0,144	13,5	0,015	12,55	0,194
4 — 5	1,003	1,583	0,184	12,9	0,005	12,55	0,060
5 — 6	1,083	0,823	0,143	11,4	0,003	12	0,033
Setelah Pengolahan tanah							
1 — 2	0,866	0,846	0,133	13,2	0,0001	12,1	0,002
2 — 3	2,944	2,049	0,189	14,2	0,017	12,1	0,336
3 — 4	2,468	1,845	0,118	13,5	0,015	12,55	0,147
4 — 5	1,185	0,785	0,158	12,9	0,005	12,55	0,061
5 — 6	1,279	0,884	0,139	11,4	0,003	12	0,055
Periode II							
Sebelum Pengolahan tanah							
1 — 2	1,281	1,246	0,124	13,2	0,0001	12,1	0,005
2 — 3	3,003	2,323	0,201	15,2	0,024	12,1	0,290
3 — 4	1,867	1,304	0,135	13,5	0,009	12,55	0,112
4 — 5	1,470	1,040	0,147	12,9	0,006	12,55	0,077
5 — 6	1,643	1,223	0,167	11,4	0,008	12	0,093
Setelah Pengolahan tanah							
1 — 2	1,170	1,140	0,129	13,2	0,0001	12,1	0,004
2 — 3	3,018	2,323	0,137	15,2	0,023	12,1	0,282
3 — 4	2,853	2,280	0,137	13,5	0,015	12,55	0,189
4 — 5	1,454	1,034	0,141	12,9	0,006	12,55	0,072
5 — 6	1,697	1,327	0,135	11,4	0,006	12	0,070

Keterangan : H1 = hidrolik head di piezometer 1
H2 = hidrolik head di piezometer 2
K = konduktifitas tanah
q = debit rembesan persatuan panjang
Q = debit rembesan ke samping.

dengan cara mengamati jeluk air piezometris dan konduktifitas hidrolik dari tanah yang bersangkutan. Dengan mengamati jeluk air piezometris ini akan dapat ditentukan harga hidrolik head dan flux aliran air (q).

Dari hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa untuk tanah ringan yang kebetulan jeluk air tanahnya cukup dalam, pengaruh perkolasi terhadap perubahan jeluk air tanahnya tidak begitu nyata. Gradient hidrolik (H/L) yang terjadi banyak dipengaruhi oleh perubahan muka air tanahnya secara keseluruhan. Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa perubahan jeluk air tanah ini secara nyata terlihat pada masa pengolahan tanah musim tanam padi I (awal musim penghujan) baik sebelum tanah diolah maupun sesudahnya.

Debit rembesan kesamping ternyata sangat ditentukan oleh topografi lahan. Hal ini terlihat dari perbedaan debit rembesan antara lahan miring dan lahan datar. Lahan yang bertopografi miring mempunyai angka rembesan yang lebih besar daripada lahan datar. Hal ini sejalan dengan hukum-hukum tentang aliran air di dalam tanah dalam keadaan jenuh. Lahan miring mempunyai perbedaan hidrolik potential yang lebih besar sehingga memungkinkan terjadinya aliran air ke arah lateral. Sebaliknya potential grafitasi lebih berperan untuk menyebabkan terjadinya gerakan air ke arah vertikal. Oleh karena itu maka lahan miring akan merembeskan air ke samping

lebih besar (secara potential) daripada lahan datar.

Seperti di muka telah disinggung pula bahwa gerakan air di tanah jenuh ditentukan oleh konduktifitas hidrolik dan gradient hidroliknya. Menggunakan analogi aliran arus listrik maka gradient hidrolik ini merupakan perbedaan potential yang mengakibatkan terjadinya aliran. Sedangkan konduktifitas hidrolik ini merupakan karakteristik tanah. Secara umum, konduktifitas hidrolik tanah pasiran lebih besar dari pada tanah lempungan. Jadi untuk gradient hidrolik yang sama akan mengakibatkan aliran (q) yang lebih besar di tanah pasiran daripada di tanah lempungan. Hasil-hasil percobaan lapangan memberikan hasil yang sejalan dengan teori tersebut di atas. Debit rembesan yang terjadi di tanah ringan dan sedang lebih besar daripada yang di tanah berat untuk, gradient hidrolik yang sama.

Kesimpulan

Dari hasil percobaan di lapangan pada tanah sawah beririgasi diperoleh beberapa kesimpulan berikut.

- (1) Laju perkolasi pada masa pengolahan tanah di lahan sawah beririgasi tidak konstan, tetapi menurun dan mengikuti pola persamaan regresi berpangkat.
- (2) Laju perkolasi pada masa pengolahan tanah untuk musim tanam padi rendengan lebih besar daripada laju perkolasi pada masa pengolahan tanah musim tanam padi gadu I.

- (3) Laju perkolasi pada masa pengolahan tanah di samping dipengaruhi oleh saat pengolahan tanah dipengaruhi pula oleh tekstur tanah, jeluk air tanah dan watak profil tanahnya.
- (4) Debit rembesan air ke samping pada lahan yang sedang diolah dipengaruhi konduktifitas hidrolik, jeluk air tanah dan bentuk permukaan lahan.

Daftar Pustaka

1. Anonim, 1964. Soil-Plant-Water relationship. SCS National Engineering Handbook. Chap. I, USDA, 71 p.
2. ———, 1980. Drainage Principle and Application. Lecture Notes of International Course on Land Drainage, Wageningen, Vol. III, 365 p.
3. De Datta K. Surajit, 1981. Principles and Practices of Rice Production. John Wiley & Sons Inc. New York, Chichester, Brisbane, Toronto. 618 p.
4. Hillel D, 1982. Introduction to Soil Physics Academic Press, New York, London.
5. Hanks R.J. and Gaylen L Ashcroft, 1976 Physical Properties of Soil. Department of Soil Science and Biometeorology. Logan, Utah.
6. Luthin James N., 1974. Drainage Engineering John Wiley and Sons, Inc. New York, London Sidney.
7. Rahman Ataur M.D., 1982 Infiltration Short Course on Farm Water Management. AIT Bangkok.
8. Tod David K., 1980. Ground Water Hydrology Second edition, John Wiley and Sons, Inc. Canada.

